

# PENGARUH SUDUT PUNTIR TERHADAP TEGANGAN DAN REGANGAN

R. Magga<sup>1</sup>

Laboratorium Bahan Teknik, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Tadulako

Email: [ramang\\_magga@yahoo.com](mailto:ramang_magga@yahoo.com)

## Abstrac

This research aims to study the effect of torsion angle on the stresses and strains on the material in this case steel and brass. Data collection was performed with the addition of a torsional angle to 1° in materials, material length between 65 mm to 85 mm. Results obtained on different materials with the same length showed that the stress on the steel material is greater than brass (424.415 kgf/mm<sup>2</sup> vs. 190.987 kgf/mm<sup>2</sup>) and the same material (brass) with different length showed that the length of 85 mm smaller voltage longer than 65 mm (190.987 kgf/mm<sup>2</sup> vs. 341.89 kgf/mm<sup>2</sup>).

Keywords: torsion, tension and strain.

## I. Pendahuluan

Semua konstruksi teknik termasuk bagian-bagian pelengkap suatu bangunan atau mekanisme haruslah mempunyai ukuran-ukuran fisik tertentu. Bagian atau mekanisme haruslah diukur dengan tepat untuk dapat menahan gaya-gaya yang sesungguhnya atau mungkin yang akan dibebankan kepadanya. Seperti dinding sebuah bejana tekan harus mempunyai kekuatan yang cukup untuk menahan tekanan dari dalam, sebuah poros suatu mesin haruslah cukup memadai untuk menahan momen puntir (puntiran) yang diberikan.

Puntiran dalam disiplin ilmu keteknikan baik secara teoretis maupun aplikasi sangat penting dimana hampir setiap bagian atau mekanisme yang ada atau berhubungan dengan disiplin ilmu ini pasti selalu memperhitungkan puntiran. Puntiran dipelajari dalam ilmu mekanika teknik atau ilmu kekuatan bahan dengan tujuan benda atau mekanisme yang diterapkan mempunyai kekuatan dan ketahanan terhadap puntiran.

Sebagaimana diketahui bahwa suatu material atau batang dapat mengalami puntiran bila diberikan momen yang berlawanan padanya. Pengaruh tersebut memberikan atau menimbulkan perubahan bentuk atau deformasi yang berbanding lurus dengan pembebanan. Pada dasarnya dengan mengetahui kekuatan suatu material, jenis material, dan elastisitas material memungkinkan kita untuk memilih material yang akan kita gunakan dalam merancang atau mendesain suatu produk khususnya dalam perancangan permesinan.

## II. Teori Dasar

### II.1. Tegangan dan Regangan

Konsep dasar dalam mekanika bahan adalah tegangan dan regangan. Tegangan dan regangan ini dapat diilustrasikan pada sebuah batang yang mengalami gaya aksial. Seperti pada

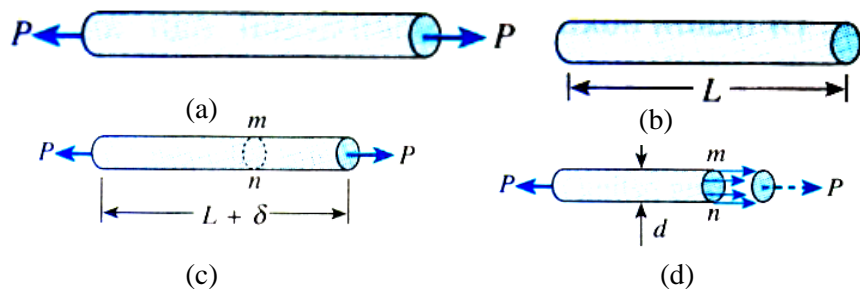
---

---

gambar 1. Dengan mengasumsi bahwa tegangan terbagi rata diseluruh potongan penampang  $mn$ , didapatkan bahwa resultan harus sama dengan intensitas dikali dengan luas penampang dari batang tersebut sehingga dapat dirumuskan besarnya tegangan adalah :

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

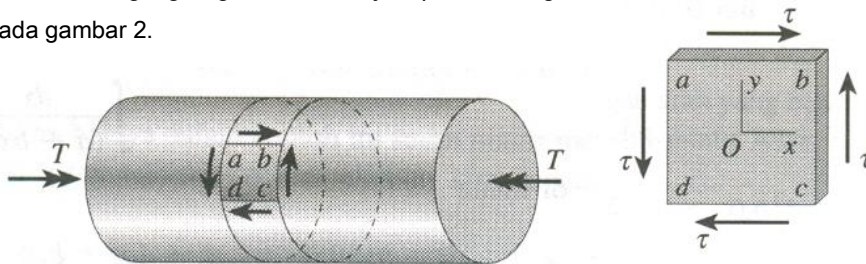
Apabila batang ditarik dengan gaya  $P$  maka tegangan yang terjadi adalah tegangan tarik sebaliknya apabila ditekan maka tegangan yang terjadi tegangan tekan dan jika tegangan yang terjadi tegak lurus dengan permukaan potong disebut tegangan normal dan perubahan bentuk batang yang terjadi pada keadaan tegang disebut regangan.



Gambar 1. Batang yang mengalami gaya tarik (a). diagram benda bebas batang, (b). batang mengalami sebelum pembebanan, (c). batang setelah pembebanan, (d). tegangan normal pada batang (Gere dan Timoshenko)

## II.2. Tegangan dan Regangan Geser

Apabila suatu batang murni baik yang solid maupun yang berlubang mengalami puntir atau torsi maka tegangan geser akan terjadi pada bidang-bidang penampang dan logitudinalnya seperti pada gambar 2.



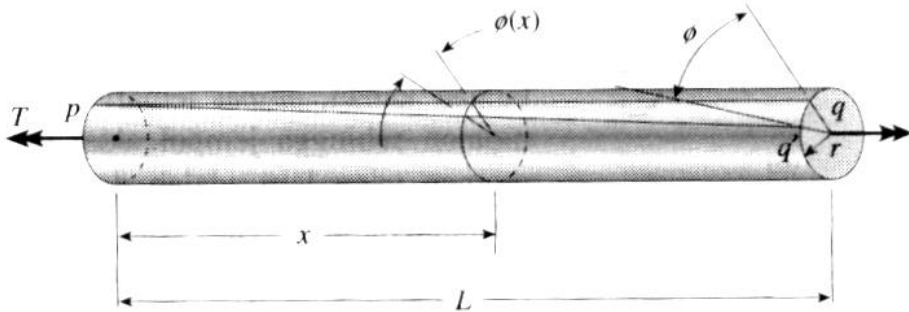
Gambar 2. Tegangan yang bekerja pada batang dan elemen yang dipotong dari batang yang mengalami puntir/torsi (Gere dan Timoshenko)

Sebuah elemen tegangan  $abcd$  yang dipotong antara dua penampang dan diantara dua bidang logitudinal, elemen tersebut akan mengalami geser murni (pure shear), karena tegangan yang bekerja padanya hanyalah tegangan geser di keempat permukaannya. Arah tegangan geser bergantung pada arah puntir/torsi yang bekerja.

### II.3. Deformasi Batang Lingkaran

Pembahasan tentang torsi dengan meninjau batang prismatic berpenampang lingkaran yang dipuntir oleh torsi  $T$  yang bekerja di ujung-ujungnya dimana setiap penampang batang adalah identik dan setiap penampang tersebut mengalami torsi internal  $T$ , maka dapat dikatakan bahwa batang ini mengalami torsi murni. Jika ditinjau secara simetris dapat dibuktikan bahwa penampang batang tidak berubah bentuk pada saat berotasi (sudut rotasi antara satu ujung batang dan ujung lainnya amat kecil) terhadap sumbu longitudinal atau semua penampang tetap datar, sehingga bentuk lingkaran dan semua jari-jari tetap lurus maka panjang batang maupun jari-jarinya tidak berubah. Seperti pada gambar 3. menggambarkan deformasi batang dimana ujung kiri batang mempunyai posisi tetap akibat aksi torsi  $T$ , ujung kanan akan berotasi terhadap ujung kiri dengan sudut kecil yang dikenal dengan sudut puntir ( $\theta$ ). Rotasi ini mengakibatkan garis longitudinal  $pq$  di permukaan batang akan menjadi lengkungan helikal  $pq'$ , di mana  $q'$  adalah posisi titik  $q$  sesudah penampang ujung berotasi sebesar  $\theta$ .

Sudut puntir berubah sepanjang sumbu batang dan pada penampang sembarang sudut mempunyai harga  $\theta(x)$  yang berharga antara nol di ujung kiri dan  $\theta$  di ujung kanan. Jika setiap penampang batang mempunyai jari jari yang sama dan mengalami puntir yang sama (torsi murni), maka sudut  $\theta(x)$  akan bervariasi secara linier terhadap ujung-ujungnya.



Gambar 3. Deformasi batang yang mengalami torsi murni (Gere dan Timoshenko)

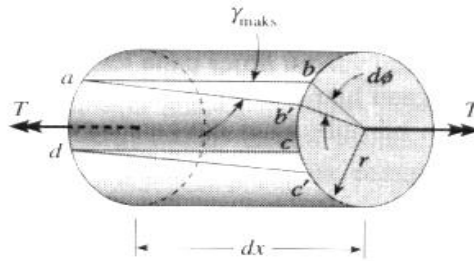
Apabila kita tinjau gambar 3. menjadi elemen yang kecil seperti gambar 4. maka besarnya regangan geser sama dengan berkurangnya sudut awal atau dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\gamma_{maks} = \frac{bb'}{ab}$$

di mana  $\gamma_{maks}$  dinyatakan dalam radian,  $bb'$  adalah jarak yang dilalui gerakan titik  $b$ , dan  $ab$  adalah panjang elemen (sama dengan  $dx$ ). Apabila  $r$  menunjukkan jari-jari batang, maka kita dapat menyatakan jarak  $bb'$  sebagai  $r d\theta$ , di mana  $d\theta$  juga dinyatakan dalam radian. Jadi, persamaan di atas dapat ditulis menjadi

$$\gamma_{maks} = \frac{rd\theta}{dx}$$

Persamaan ini menghubungkan regangan geser di permukaan luar batang dengan sudut puntir.



Gambar 4. Deformasi suatu elemen yang dipotong sepanjang dx dan mengalami torsi (Gere dan Timoshenko)

#### II.4. Torsi

Tegangan yang bekerja secara kontinu di sekeliling penampang mengakibatkan resultan membentuk suatu momen dan momen yang terbentuk sama dengan torsi  $T$  yang bekerja pada batang. Untuk menentukan resultan tersebut, kita tinjau elemen luas  $dA$  yang terletak pada jarak radial  $\rho$  dari sumbu batang diperlihatkan pada gambar 5. Gaya geser yang bekerja di elemen ini sama dengan  $\tau dA$ , di mana  $\tau$  adalah tegangan geser pada radius  $\rho$ . Momen dari gaya ini terhadap sumbu batang sama dengan gaya dikalikan jarak dari pusat, atau  $\tau \rho dA$ , sehingga momen elemental dapat dituliskan sebagai berikut :

$$dM = \tau \rho dA$$

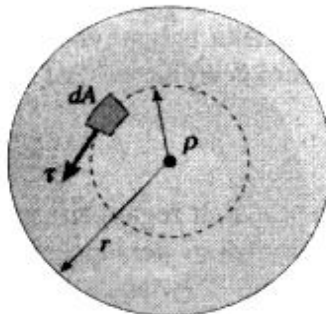
$$dM = \frac{\tau_{maks}}{r} \rho^2 dA$$

Dan momen elemen merupakan penjumlahan momen elemen diseluruh luas penampang, persamaannya sebagai berikut :

$$T = \int_A dM$$

$$T = \frac{\tau_{maks}}{r} \int_A \rho^2 dA$$

$$T = \frac{\tau_{maks}}{r} J_p$$



Gambar 5. Resultan tegangan geser yang bekerja pada penampang (Gere dan Timoshenko)  
 Asumsi dalam menentukan hubungan antara momen puntir dengan tegangan pada penampang batang bulat yaitu : potongan normal tetap dibidang datar baik sebelum maupun sesudah puntiran,

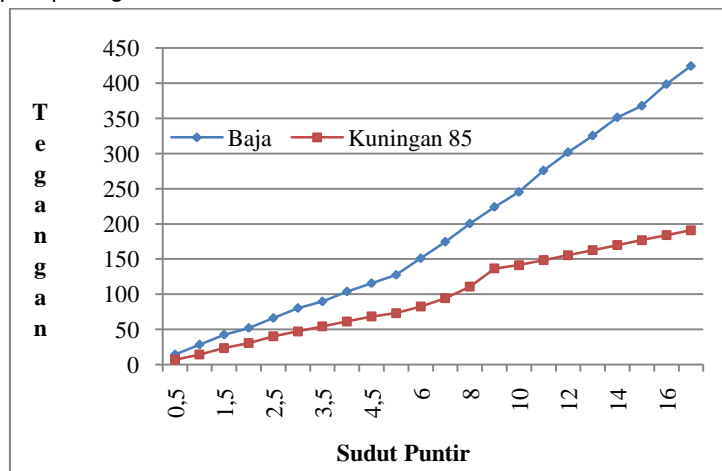
regangan geser berbanding lurus dengan subu pusat, tegangan punter tidak melebihi batas proposional.

### III. Metode Eksperimen

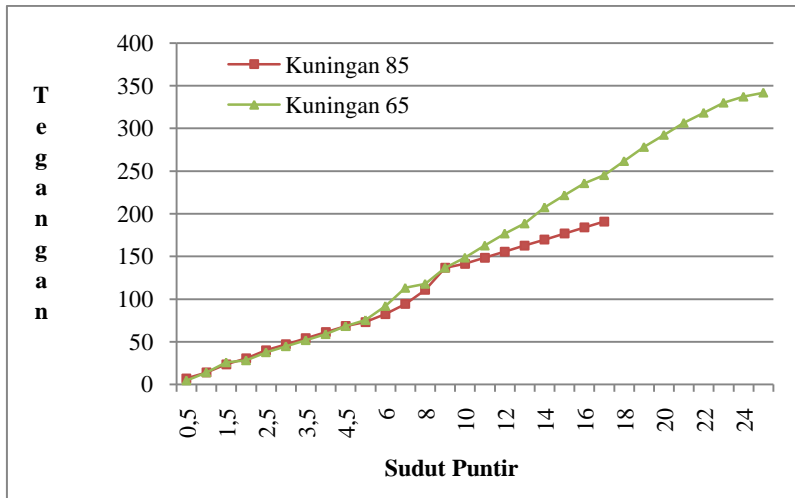
Specimen uji yang digunakan dalam pengambilan data adalah specimen baja dan kuningan dengan penampang berbentuk lingkaran, pengujian dilakukan hanya mencapai batas proposionalnya (tidak sampai patah) dan panjang specimen antara 60 mm sampai 90 mm dengan diameter 6 mm serta kenaikan sudut puntir antara  $0,5^\circ$  sampai  $1^\circ$ .

### IV. Pembahasan

Gambar 6. Menunjukkan perubahan nilai tegangan pada material, dimana sumbu horisontal menunjukkan sudut puntir yang diberikan dan sumbu vertikal tegangan yang terjadi pada material, dari sudut puntir terkecil ( $0,5^\circ$ ) kesudut puntir terbesar ( $16^\circ$ ) mengalami peningkatan sesuai dengan yang dikemukakan Sukanto Jatmiko (dkk) dengan membandingkan antara spesimen yang diberikan takikan dengan tidak dimana perbandingan sudut yang diberikan sampai putus  $1594^\circ : 47^\circ$ . Bertambahnya sudut puntir yang dilakukan menyebabkan bentuk material berubah dan molekul-molekul bergeser sedikit dari posisi awal. Pergeseran ini menimbulkan gaya-gaya antar molekul bergabung melawan gaya dari luar (sudut puntir/torsi) bila gaya ini semakin bertambah maka gaya-gaya antar molekul juga bertambah hingga pada batas akhirnya (patah). Jika dibanding dengan baja dengan kuningan maka molekul baja lebih padat/rapat sehingga gaya antar molekul lebih besar. Sedang jika material sama (kuningan 85 dan kuningan 65) maka kuningan 65 lebih besar sehingga panjang material juga sangat berpengaruh seperti pada gambar 7.



Gambar 6. Grafik tegangan dengan sudut puntir pada material baja dan kuningan



Gambar 7. Grafik tegangan dengan sudut puntir untuk kuningan 85 mm dan 65 mm

## V. Kesimpulan

1. Tegangan geser maksimum yang dialami oleh specimen baja lebih besar kemudian kuningan 65 dan kuningan 85.
2. Semakin besar sudut puntir maka semakin besar pula tegangan yang terjadi.
3. Perbedaan panjang untuk specimen yang sama sangat mempengaruhi nilai dari tegangan dan regangan gesernya.

## VI. Daftar Pustaka

1. Alfred J., Harry H. C., 1989, "*Kekuatan Bahan Tarapan*", Erlangga.
2. D. Titherington, J.G. Rimmer dan Lea Prasetio. 1984, "*Mekanika Terapan*", Erlangga.
3. E. P. Popov dan S. Nagarajan, 1996, "*Mekanika Teknik*", Erlangga.
4. James M. Gere, Stephen P. Timoshenko dan Bambang S., 2000, "*Mekanika Bahan*", Erlangga.
5. Sukanto J. dan Sarjito J., "*Analisa Kekuatan Puntir dan Kekuatan Lentur Putar Poros Baja ST 60 sebagai Aplikasi Perancangan Bahan Poros Baling-Baling Kapal*", Teknik Perkapalan UNDIP.